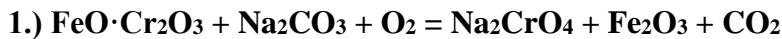


1. A nátrium-dikromát ( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) az összes krómvegyület és a króm előállításának a kiindulási anyaga. Ezenkívül cserző- és pácolóanyag, a könyvnyomtatásban is használták, de fontos katalizátor és oxidálószer is. Az iparban kromitból ( $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ ) két lépésben, lúgos, oxidatív ömlesztéssel, majd savas kioldással állítják elő. Az előállítást leíró egyenletek:

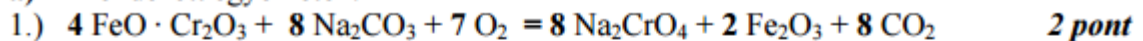


a) Rendezze az előállítást leíró egyenleteket (fent)! Ha az átalakulás redoxi, jelölje az oxidációs számok változását is!

b) Mekkora tömegű nátrium-dikromát állítható elő, ha az ömlesztésnél 200 kg kromitból és 100 kg nátrium-karbonátból indulunk ki és a veszteségektől eltekintünk? (2011. október)

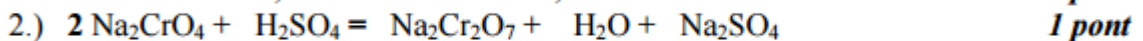
Megoldás: (8 pont)

a) A rendezett egyenletek:



Az oxidációs szám változások:

Cr: +3-ról +6-ra nőtt, Fe: +2-ről +3-ra nőtt, O: 0-ról -2-re csökkent. **1 pont**



b) Moláris tömegek:  $M(\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3) = 223,8 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ g/mol}$ ,  
 $M(\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 262 \text{ g/mol}$

$n(\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3) = 200 \text{ kg} : 223,8 \text{ kg/kmol} = 0,8937 \text{ kmol}$

$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 100 \text{ kg} : 106 \text{ kg/kmol} = 0,9434 \text{ kmol}$  **1 pont**

a szóda fog elfogyini (a kromit feleslegben van)

$n(\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,5 \cdot 0,9434 = 0,4717 \text{ kmol}$  **1 pont**

$m(\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,4717 \text{ kmol} \cdot 262 \text{ kg/kmol} = 124 \text{ kg}$  **2 pont**

2. A d-mező fémei között több olyan is akad, amely többféle oxidációs számmal szerepelhet vegyületeiben. Egyes esetekben akár egyetlen vegyületben is előfordulhat többféle oxidációs állapotú fém, így az átlagos oxidációs szám törtszámnak adódhat. A vanádiumnak többféle oxidja létezik. A viszonylag régóta ismert  $V_2O_3$ ,  $VO_2$  és  $V_2O_5$  mellett előállítottak számos „vegyes” oxidot, amelyek egyértelmű összetételű, határozott kristályszerkezetű anyagoknak bizonyultak (vagyis nem valamiféle keveréknek). A  $V_3O_7$  összegképletű oxidot például  $V_2O_5$  és  $V_2O_3$  reakciójával nyerhetjük.  $A_r(V) = 50,9$  Számítsa ki, hogy elvileg milyen anyagmennyiség-arányban, illetve tömegarányban kell reagáltatni az említett két oxidot ahhoz, hogy tiszta  $V_3O_7$ -et kapjunk? (2015. október)

Megoldás: (12 pont)

1 mol  $V_3O_7$  oxid tartalmazzon  $x$  mol  $V_2O_5$ -ot. Ebben  $2x$  mol vanádium van, így a  $V_2O_3$  anyagmennyisége  $(3 - 2x)/2$  mol. *2 pont*

Az oxigén anyagmennyisége:

$$7 = 5x + 3 \cdot [(3 - 2x) / 2]$$
*2 pont*

Innen:  $x = 1,25$  mol a  $V_2O_5$  tartalom és  $0,250$  mol a  $V_2O_3$  tartalom. *2 pont*

**Az anyagmennyiség-arány:**

$$n(V_2O_5) : n(V_2O_3) = 5,00 : 1,00$$
*1 pont*

A moláris tömegek:

$$M(V_2O_5) = 181,9 \text{ g/mol}$$
*1 pont*

$$M(V_2O_3) = 149,9 \text{ g/mol}$$
*1 pont*

1 mol  $V_3O_7$  oxidban  $0,833$  mol  $V_2O_5$  van, ami  $152$  g. *1 pont*

1 mol  $V_3O_7$  oxidban  $0,167$  mol  $V_2O_3$  van, ami  $25,0$  g. *1 pont*

**A tömegarány:**

$$m(V_2O_5) : m(V_2O_3) = 6,08 : 1,00$$
*1 pont*

3. Egy sötétszürke nehézfém a természetben főleg szulfidja formájában található meg, melyben a fématom oxidációs száma +2. Az iparban is legtöbbször e vegyületéből állítják elő. Az eljárás során a fém-szulfidot levegőn pörkölik (hevítik), miközben a fém oxidja mellett kén-dioxid keletkezik, a fématom oxidációs száma pedig nem változik. A fém-oxidot azután szén redukcióval alakítják elemi fémmé. A fém-szulfid 14,36 g tömegű mintáját 20,0 %-os levegőfeleslegben pörkölték. A reakcióhoz 12,6 dm<sup>3</sup> standard légköri nyomású, 25,0 °C-os levegőt használtak. (A levegő összetétele 21,0 V/V% O<sub>2</sub> és 79,0 V/V% N<sub>2</sub>)
- a) Számítsa ki a pörkölés során keletkező kén-dioxid anyagmennyiségét!  
 b) Számítsa ki a pörkölés során keletkező gázelegy azonos állapotú hidrogénre vonatkoztatott sűrűségét!  
 c) Moláris tömegének kiszámításával azonosítsa az ismeretlen fémet!  
 d) Írja fel a fém ipari előállításának reakcióegyenleteit!
- (2023. május II.)

**Megoldás:** (12 pont)

- a) A szükséges levegő térfogata:  $V_{lev} = \frac{12,6 \text{ dm}^3}{1,20} = 10,5 \text{ dm}^3$
- A szükséges levegő anyagmennyisége:  $n_{lev} = \frac{10,5 \text{ dm}^3}{24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 0,429 \text{ mol}$  **1 pont**
- A szükséges oxigén anyagmennyisége:  
 $n(\text{O}_2) = 0,21 \cdot 0,429 \text{ mol} = 0,0900 \text{ mol}$  **1 pont**
- $2 \text{ XS} + 3 \text{ O}_2 = 2 \text{ XO} + 2 \text{ SO}_2$   
 (Vagy az oxigén és kén-dioxid molarányának helyes, 3 : 2 alkalmazása.)
- A keletkező kén-dioxid anyagmennyisége:  $n(\text{SO}_2) = 0,0600 \text{ mol}$  **1 pont**
- b) A pörkölés után keletkező gázelegyben 0,0600 mol kén-dioxid mellett nitrogén és oxigéngáz található, anyagmennyiségük:  
 $n(\text{N}_2) = 0,79 \cdot \frac{12,6}{24,5} \text{ mol} = 0,406 \text{ mol}$  **1 pont**  
 $n(\text{O}_2)_{fel} = (0,21 \cdot \frac{12,6}{24,5} - 0,0900) \text{ mol} = 0,0180 \text{ mol}$  **1 pont**
- A gázelegy összanyagmennyisége:  
 $n(gáz) = (0,0600 + 0,406 + 0,018) = 0,484 \text{ mol}$
- A gázelegy össztömege:  
 $m(gáz) = (0,0600 \cdot 64,1 + 0,406 \cdot 28,0 + 0,018 \cdot 32,0) = 15,8 \text{ g}$  **1 pont**
- A gázelegy átlagos moláris tömege:  
 $M(gáz) = \frac{15,8}{0,484} \text{ g/mol} = 32,6 \text{ g/mol}$  **1 pont**
- A gázelegy hidrogéngázra vonatkoztatott sűrűsége:  
 $d = \frac{32,6}{2,02} = 16,1$  **1 pont**
- c) A fém-szulfid anyagmennyisége:  $n(\text{XS}) = 0,0600 \text{ mol}$   
 A fém-szulfid moláris tömege:  $M(\text{XS}) = \frac{14,36}{0,0600} \text{ g/mol} = 239,3 \text{ g/mol}$  **1 pont**
- Az ismeretlen fém moláris tömege:  $M(\text{X}) = 207,2 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx 207 \text{ g/mol}$  **1 pont**
- Tehát a keresett fém az ólom. **1 pont**
- d) Az ipari előállítás reakcióegyenletei:  
 $2 \text{ PbS} + 3 \text{ O}_2 = 2 \text{ PbO} + 2 \text{ SO}_2$  **1 pont**  
 $\text{PbO} + \text{C} = \text{Pb} + \text{CO}$  (vagy  $2 \text{ PbO} + \text{C} = 2 \text{ Pb} + \text{CO}_2$ ) **1 pont**
- (Ha a fém moláris tömegét nem tudta kiszámolni, s az egyenleteket más fém vegyjelével vagy általános képletekkel írja fel, a feladatrészre adható 2 pont megadható, ha megfelel a feladat szövegében említett oxidációs számoknak.)